

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yoshio TAKAMI

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: METHOD AND APPARATUS FOR FORMING SUBSTRATE FOR SEMICONDUCTOR OR THE LIKE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

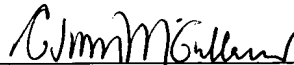
| <u>COUNTRY</u> | <u>APPLICATION NUMBER</u> | <u>MONTH/DAY/YEAR</u> |
|----------------|---------------------------|-----------------------|
| Japan | 2002-341330 | November 25, 2002 |

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

C. Irvin McClelland
Registration Number 21,124

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 5 日
Date of Application:

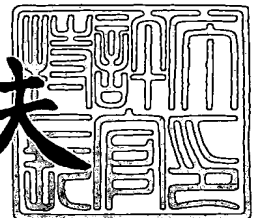
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 1 3 3 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 4 1 3 3 0]

出 願 人 株式会社 液晶先端技術開発センター
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 PE32-12

【提出日】 平成14年11月25日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00
G01N 21/00
G02F 1/00

【発明の名称】 半導体薄膜の特性の決定方法および装置

【請求項の数】 14

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社液晶
先端技術開発センター内

【氏名】 高見 芳夫

【特許出願人】

【識別番号】 501286657

【氏名又は名称】 株式会社液晶先端技術開発センター

【代理人】

【識別番号】 100070024

【弁理士】

【氏名又は名称】 松永 宣行

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008877

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0113611

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体薄膜の特性の決定方法および装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アニール用レーザ光が照射された半導体薄膜の特性を決定する方法であって、前記アニール用レーザ光の照射の間またはその直後に、前記レーザ光が照射された箇所に集光するモニタ光を照射すること、前記モニタ光についての前記薄膜からの反射光を実質的に連続した複数の光感知要素を有する光感知面に受けること、前記光感知面に受けた反射光の強度の角度分布の時間的な変化を測定すること、および前記反射光の強度の角度分布の時間的な変化に基づいて前記薄膜の屈折率および消衰係数の時間的な変化を算出することを含む、半導体薄膜の特性の決定方法。

【請求項 2】 前記光感知面は、帯状の平面形状を有する光電面である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】 前記測定することは、前記光電面で受けた前記反射光に対応する電子を発生させること、発生した電子を時間的に変化する電界に通すことを含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】 反射鏡を介して前記光感知面に前記反射光を受けることを含む、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】 レンズ光学系を通して前記光感知面に前記反射光を受けることを含む、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】 前記モニタ光をレンズ光学系により前記薄膜に集光させ、また、前記レンズ光学系を通して前記光感知面に前記反射光を受けることを含む、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】 前記薄膜は、シリコンを主成分とする薄膜、水素化アモルファスシリコン薄膜、スパッタシリコン薄膜、シリコンゲルマニウム薄膜、及び脱水素処理したアモルファスシリコン薄膜の少なくとも 1 つを含む、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】 前記モニタ光はレーザ光である、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】 前記モニタ光は S 偏光または P 偏光である、請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】 前記モニタ光は複数の光ビームからなる、請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】 アニール用レーザ光が照射された半導体薄膜の特性の決定装置であって、前記レーザ光が照射された箇所に集光するモニタ光を照射するためのモニタ光照射器と、前記モニタ光についての前記薄膜からの反射光を受ける、実質的に連続した複数の光感知要素を有する光感知面を有する、前記反射光の強度の角度分布の時間的な変化を測定するための反射光測定器と、前記反射光の強度の角度分布の時間的な変化に基づいて前記薄膜の屈折率および消衰係数の時間的な変化を算出するための算出装置とを含む、半導体薄膜の特性の決定装置。

【請求項 12】 前記光感知面は、帯状の平面形状を有する光電面である、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】 前記反射光測定器は、前記光電面で受けた前記反射光に対応する電子を発生させる光電変換部と、発生した電子を時間的に変化する電界に通す電界発生部とを含む、請求項 12 に記載の装置。

【請求項 14】 前記モニタ光を前記薄膜に集光させ、また、前記反射光を通すレンズ光学系を含む、請求項 11 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体薄膜の特性の決定方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、液晶表示装置や有機エレクトロルミネッセンス表示装置等のスイッチング素子用の薄膜トランジスタの製造において非晶質シリコン薄膜に施されたアニール箇所にモニタ光を照射して、その反射光の強度を検出し、薄膜の特性を決定する方法がある（例えば、非特許文献 1 を参照。）。

【0003】

【非特許文献1】

エム・ハタノ (M. H a t a n o)、エス・ムーン (S. M o o n)、エム・リー (M. L e e)、ケイ・スズキ (K. S u z u k i) 及びシー・ピー・グリゴロポラス (C. P. G r i g o r o p o u l o s)、
「シリコン薄膜の溶融及び再固化におけるエキシマレーザ誘起温度場 (E x c i m e r L a s e r - I n d u c e d T e m p e r a t u r e F i e l d i n M e l t i n g a n d R e s o l i d i f i c a t i o n o f S i l i c o n T h i n F i l m s)」、応用物理学誌 (J o u r n a l o f A p p l i e d P h y s i c s)、第87巻、第1号、第36～43頁、2000年

【0004】

上記非特許文献1によれば、モニタ光についてのシリコン薄膜からの反射光は、1ナノ秒（以下「n s」と表記する。）の応答時間すなわち1 n sの時間分解能を有するシリコンPN接合フォトダイオード型光検出器で検出され、検出信号波形の時間的变化が1 G H zである周波数信号をサンプルするサンプリングオシロスコープで計測される。

【0005】

シリコン薄膜は、数十～100 n s間のアニールにより溶融し、その後の固化過程において結晶化しまたは結晶粒の成長が生じる。その結果、シリコン薄膜は非晶質から多結晶質に変化する。溶融から固化終了までの時間は数百 n sである。シリコン薄膜は、溶融により金属的性質を帯び、消衰係数kが増大し、これによって反射光強度が増し、また、溶融後の固化により消衰係数kが減少し、これによって反射光強度が減少する。溶融および固化時のシリコン薄膜の反射光強度の時間的变化は前記光検出器で検出され、薄膜の特性が決定され、これに基づいて薄膜の結晶性が評価される。

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

しかし、非特許文献1に記載の方法では、反射光強度について約1 n s毎に1つの情報が得られるのみである。この1つの情報からは、例えば、溶融の時間、

あるいは反射率や透過率を得ることしかできず、このため、屈折率や消衰係数のような、薄膜の結晶化の進行の度合いを評価するためにより重要な薄膜の光学的特性を決定することができなかった。また、数百 ns の熔融固化過程の間の反射光強度の変化すなわち薄膜の結晶化の進行の度合いを 1 ns よりさらに高い時間分解能で測定することが難しかった。

【0007】

このため、上記非特許文献 1 に記載の方法によっては薄膜の特性を正しく決定することができなかった。このような不確かな評価をされた薄膜を有する薄膜トランジスタがスイッチング素子として液晶表示装置に用いられた場合、例えば電気的特性の不良が生じていた。

【0008】

本発明の目的は、半導体薄膜の特性を正確に決定する方法および装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決する解決手段、作用及び効果】

本発明に係る半導体薄膜の特性を決定する方法は、アニール用レーザ光が照射された半導体薄膜の特性を決定する方法であって、前記アニール用レーザ光の照射の間またはその直後に、前記レーザ光が照射された箇所に集光するモニタ光を照射すること、前記モニタ光についての前記薄膜からの反射光を実質的に連続した複数の光感知要素を有する光感知面に受けること、前記光感知面に受けた反射光の強度の角度分布の時間的な変化を測定すること、および前記反射光の強度の角度分布の時間的な変化に基づいて前記薄膜の屈折率および消衰係数の時間的な変化を算出することを含む。

【0010】

本発明によれば、モニタ光についての薄膜からの反射光を実質的に連続した複数の光感知要素を有する光感知面に受けることから、薄膜からの反射光を光感知面の全ての箇所で一時に受け入れることができる。

【0011】

これにより、反射光の強度の角度分布を離散分布ではなく連続した分布として

取得し、薄膜の結晶化の進行度合いの評価のために重要な屈折率や消衰係数を決定することができる。また、光感知面の全部で一時に反射光を受け入れるので、光感知面に入射する反射光を高い時間分解能で識別し、薄膜の溶融および固化過程で極めて短時間に強度が変化し続ける反射光の強度の時間的变化を前記高時間分解能で測定することができる。したがって、薄膜の溶融固化過程の間の薄膜の結晶化の進行の度合いを極めて短い時間毎に評価することができる。

【0012】

好ましくは、前記光感知面は帯状の平面形状を有する光電面とする。光電面に入射した反射光は、光電面での光電子変換現象により電子に変換される。これにより、反射光は1つ以上の電子として検出され、電子の大きさでの検出すなわち極めて高い空間分解能での検出が可能になり、それに対応した高い時間分解能で反射光検出をすることができ、薄膜の結晶化の進行の度合いを極めて短い時間毎に評価することができる。

【0013】

好ましくは、さらに、前記反射光の強度の角度分布の時間的な変化の測定は、前記光電面で受けた前記反射光に対応する電子を発生させ、発生した電子を時間的に変化する電界に通すことにより行う。これによれば、反射光検出において光電面に入射する反射光に対応して連続的に発生する電子は、電界の時間的な変化によって個々の電子の空間位置を制御される。したがって、前記発生電子の空間位置は、電界の時間的な変化例えば1ピコ秒（以下「ps」という。）ごとに制御することができる、すなわち、高い時間分解能で制御することができる。

【0014】

前記反射光は、反射鏡を介して、あるいはレンズ光学系を通して、前記光感知面に受けるようにしてもよい。あるいは、前記モニタ光をレンズ光学系により前記薄膜に集光させ、また、前記レンズ光学系を通して前記光感知面に前記反射光を受け取るようにしてもよい。これにより、光感知面を任意の位置に定めることができる。

【0015】

前記薄膜は、シリコンを主成分とする薄膜、水素化アモルファスシリコン薄膜

、スパッタシリコン薄膜、シリコンゲルマニウム薄膜、及び脱水素処理したアモルファスシリコン薄膜の少なくとも1つを含むことができる。

【0016】

前記モニタ光としてレーザ光を用いることができる。また、前記モニタ光はS偏光またはP偏光とすることができる。さらに、前記モニタ光は複数の光ビームからなるものとすることができる。これにより、より正確な薄膜の特性を決定することができる。

【0017】

本発明に係る半導体薄膜の特性の決定装置は、アニール用レーザ光が照射された半導体薄膜の特性の決定装置であって、前記レーザ光が照射された箇所に集光するモニタ光を照射するためのモニタ光照射器と、前記モニタ光についての前記薄膜からの反射光を受ける、実質的に連続した複数の光感知要素を有する光感知面を有する、前記反射光の強度の角度分布の時間的な変化を測定するための反射光測定器と、前記反射光の強度の角度分布の時間的な変化に基づいて前記薄膜の屈折率および消衰係数の時間的な変化を算出するための算出装置とを含む。

【0018】

これによれば、薄膜の特性の決定方法の実施に際し、モニタ光照射器により、レーザ光が照射された箇所に集光するモニタ光を照射することができる。反射光測定器は、実質的に連続した複数の光感知要素を有する光感知面を有し、反射光の強度の角度分布の時間的な変化を測定することができる。また、算出装置により、反射光の強度の角度分布の時間的な変化に基づいて薄膜の屈折率および消衰係数の時間的な変化を算出することができる。

【0019】

好ましくは、前記反射光測定器は、さらに、光電変換部と、電界発生部とを含む。光電変換部により、光電面で受けた反射光に対応する電子を発生させることができる。また、電界発生部により、発生した電子を時間的に変化する電界に通すことができる。

【0020】

前記モニタ光を前記薄膜に集光させ、また、前記反射光を通すレンズ光学系を

含むようにしてもよい。

【0021】

【発明の実施の形態】

図1を参照するに、本発明に係る半導体薄膜の特性の決定装置が全体に符号10で示され、該装置を含むレーザアニール装置が全体に符号12で示されている。

【0022】

レーザアニール装置12は、アニール用のレーザ光源装置14と、薄膜16が形成された基板18を取り外し可能に取り付ける試料台20を二次元的に移動させるXYステージ駆動機構（図示せず）とを備える。図示の例では、試料台20はその一部のみが示されている。

【0023】

レーザ光源装置14に用いるレーザとして、例えば、ルビーレーザ、イットリウム・アルミニウム・ガーネット（以下「YAG」という。）レーザ、エキシマレーザ等を用いることができる。

【0024】

レーザ光源装置14は、パルス発振型のレーザ光源装置であり、通常、1パルス当たり約 1 J/cm^2 のエネルギー密度を有するレーザを、パルス時間20～100ナノ秒（以下「ns」と表記する。）で発生する。図示の例では、レーザ光源としてクリプトンフッ素（以下「KrF」という。）レーザを用い、1秒間に100回の割合で約25nsのパルス幅を有するレーザ光を発生する。

【0025】

レーザ光源装置14は、薄膜16へのアニール用のレーザ光22の照射箇所24として、薄膜16の全部、あるいはその一部、例えば $365\text{ mm} \times 400\text{ }\mu\text{m}$ の帯状の領域を選択することができる。前記帯状領域への照射の間に試料台20を前記XYステージ駆動機構によって一方向に移動させることによって薄膜16の全部に照射することができる。レーザ光22の薄膜16への1回の照射時間として、例えば25nsとすることができる。

【0026】

図示していないが、レーザ光源装置 14 は、レーザ発振を生じさせる共振器と、生じたレーザ光を照射に適したビーム形状に整形するレンズ系とを含む。

【0027】

薄膜 16 として、例えば、シリコンを主成分とする薄膜、水素化アモルファスシリコン薄膜、スパッタシリコン薄膜、シリコンゲルマニウム薄膜、及び脱水素処理したアモルファスシリコン薄膜等の、成膜化された非晶質（以下「アモルファス」とう。）半導体薄膜を用いることができる。図示の例では、成膜された非晶質シリコン薄膜を用いている。非晶質シリコンとして、通常、脱水素処理された非晶質シリコンを用いる。

【0028】

基板 18 として、透明のガラス基板やプラスチック基板、シリコン基板等を用いることができる。図示の例では、透明のガラス基板を用いている。

【0029】

非晶質シリコン薄膜 16 を有するガラス基板 18 は、試料台 20 に取り外し可能に取り付けられ、アニール用のレーザ光 22 の照射が可能な位置に位置決めされている。図示の例では、非晶質シリコン薄膜 16 及びガラス基板 18 は、それらの一部のみが示されている。

【0030】

薄膜の特性の決定装置 10 は、モニタ光照射器 26 と、反射光測定器 28 と、算出装置 30 とを含む。薄膜の特性の決定装置 10 は、さらに、反射鏡 32 を含むものとすることができる。

【0031】

モニタ光照射器 26 は、モニタ用光源装置 34 と、整形光学器 36 と、ビームエクspander 38 と、集光レンズ 40 とを備える。モニタ光照射器 26 により、アニール用レーザ光 22 が照射された薄膜 16 上の箇所 24 にモニタ光 42 を集光するように照射する。

【0032】

モニタ用光源装置 34 は、例えば、Ar レーザ、ヘリウムネオン（以下「He-Ne」という。）レーザもしくはNd:YAG レーザ等を備える。

【0033】

図示のモニタ用光源装置 34 は、S 偏光または P 偏光のレーザ光を発生する連続波レーザ（以下「CWレーザ」という。）光源装置である。図示の例では、レーザとして約 532 nm の波長を有する Nd:YAG レーザが用いられ、10 mW のパワー及び約 5 mm ϕ のビーム径を有するレーザ光を発生する。

【0034】

モニタ用光源装置 34 は、アニール用のレーザ光源装置 14 に接続された時間調整装置（図示せず）に接続されている。時間調整装置には、アニール用レーザ光の発生開始時間に対して予め選択的に決められたモニタ光の発生開始時間が設定されており、時間調整装置はモニタ光の発生開始のための信号をモニタ用光源装置 34 に送る。図示の例においては、アニール用レーザ光の発生開始と同時にモニタ光の発生を開始させる信号が時間調整装置からモニタ用光源装置 34 に送られる。

【0035】

整形光学器 36 は、モニタ用光源装置 34 より発するレーザ光の断面形状を所定の形状に整形する。図示の例では、整形光学器 36 は、モニタ用光源装置 34 より発するレーザ光をこれが円形の断面形状を有するように整形する。

【0036】

ビームエクspander 38 は、ビーム形を拡げ、集光レンズ 40 で集光することで大きな角度範囲でモニタ光を照射する役割を持つ。角度測定の精度を上げるには、基板上のビーム径を小さく、かつ、大きな入射角度でモニタ用レーザ光を照射することが望ましい。

【0037】

集光レンズ 40 は、整形光学器 36 及びビームエクspander 38 を通った円形断面を有する光をモニタ光 42 として薄膜 16 に集光させる。図示の例では、モニタ光 42 は、ガラス基板 18 を通して非晶質シリコン薄膜 16 に集光するように照射される。

【0038】

非晶質シリコン薄膜 16 に照射されたモニタ光 42 の少なくとも一部は、反射

光 44 として非晶質シリコン薄膜 16 から発し、再び基板 18 を通って、反射鏡 32 により進行方向を変えられ、反射光測定器 28 に入射する。反射鏡 32 の鏡面の向きを調整することにより、反射光 44 の進行方向を適宜に変えることができる。

【0039】

反射光測定器 28 は、モニタ光 42 についての薄膜 16 からの反射光 44 を受ける、実質的に連続した光感知要素を有する光感知面を有する。この光感知面においては、その光感知要素としての光感知材料が、例えば分子の大きさの相互間隔で連続して並んでいる。このため、光感知要素は実質的に光感知面の全ての箇所に位置しているということができる。

【0040】

したがって、光感知面の光感知要素は、光の回折限界より小さい大きさでの間隔をもって連続している。

【0041】

光感知面として、これを帯状の平面形状を有する光電面とすることができる。光電面を光電陰極として用いる場合、光感知要素である光感知材料として、光電陰極材料、例えば、銀セシウムやビスマスセシウム等の Cs_2O を含む酸化セシウム系材料、 Cs_3Sb や Na_2KSb 等のアルカリ-アンチモン金属間化合物材料、あるいは、 GaSb のような III-V 族化合物結晶を用いることができる。

【0042】

帯状の平面形状の光電面を有する反射光測定器 28 は、光電面に受けた反射光 44 を光感知要素で電子に変え、この電子を、時間的に変化する電界に通過させ、さらに蛍光体に到達させて、電子強度すなわち電子数に対応する投影像を蛍光体に形成し、次に投影像の強度分布を測定することにより、反射光 44 の強度の角度分布の時間的な変化を測定する。

【0043】

図 2 に示すように、反射光測定器 28 として、例えば、光を電子に変換し、再び光に変換するストリークカメラを用いた装置とすることができる。

【0044】

ストリークカメラ46は、光電変換器48と、電界発生器50と、蛍光板52とを備える。

【0045】

光電変換器48は、帯状の平面形状を有する光電面PSを有し、該光電面での光電子放出現象により光電面PSに受けた反射光44に対応する電子を発生させる。角度 θ の角度分布で光電面PSに入射した反射光44は電子として検出される。電子は、個々にその位置を計測され、電子の大きさでの位置の相違が極めて高い空間分解能で検出される。

【0046】

電界発生器50は、時間的に変化する電界を発生させる。電界発生器50は、トリガ信号Sに応じて作動する掃引回路装置54と、該回路装置に接続された掃引電極56とを備える。トリガ信号Sの入力により、掃引回路装置54は、掃引電極56の電極間電圧を時間経過に従って変化させ、光電変換器48で発生された電子Eの進行方向を変える。

【0047】

掃引電極56の電極間電圧の時間的変化の度合いは任意に設定することができるので、電子Eの進行方向の時間的変化の度合いは任意に定められる。したがって、蛍光板52に到達する電子の蛍光板52での位置は、電界の時間的変化例えば1ピコ秒（以下「ps」と表記する。）毎に定められ、高い時間分解能で制御することができる。

【0048】

蛍光板52には、帯状の平面形状を有する光電面に対応した帯状の平面形状を有する投影像Pが形成される。電界の例えば1ps毎の変化により蛍光板52における電子の到達位置が変更され、帯状の平面形状を有する投影像Pが1ps毎に追加される。結果として、蛍光板52には複数の帯状の投影像Pが形成される。

【0049】

電界発生器50は、さらに、光電面PSで変換された電子を蛍光板52に迅速

かつ効率的に結像させるために、電子を加速させる加速電極 58 と、掃引電極 56 を通った電子を増倍させる MCP（マイクロチャネルプレート）のような電子増倍器 60 とを備えることができる。

【0050】

ストリークカメラ 46 には、反射光 44 のストリークカメラ 46 による測定の開始時刻を決定するために、光検出装置（図示せず）およびディレイ装置（図示せず）が接続されている。光検出装置は、アニール用レーザ光の経路の一部に配置された減衰フィルタ（図示せず）を通して高速フォトダイオードでレーザ光を検出する。ディレイ装置は、検出時刻を基準にして予め選択的に決められた遅延時間の経過後に反射光 44 のストリークカメラ 46 による測定開始のためのトリガ信号を出力する。

【0051】

算出装置 30 は、蛍光板 52 上の複数の帯状の投影像 P を、時間分解能に応じた時刻毎の画像データとして抽出し、反射光 44 の強度の角度分布の時間的な変化を算出し、これに基づいて薄膜の屈折率および消衰係数の時間的な変化を算出し、算出装置 30 の表示部 62 に表示する。また、表示部 62 には、反射率角度分布の時間的な変化として、モニタ光 42 の各光線の薄膜への入射角度 Φ_0 に対する反射率が時系列的に表示される。反射率は、各入射角度 Φ_0 において反射光強度を入射光強度で除した値である。

【0052】

図 3 に、表示部 62 に表示される反射率角度分布の一例を示す。曲線 R11、R21 および R31 は S 偏光についての、また曲線 R12、R22 および R32 は P 偏光についての、反射率角度分布をそれぞれ時系列的に示す。また、曲線 R11 および R12 はアニール処理前の非晶質シリコン薄膜についての、曲線 R21 および R22 は熔融状態のシリコン薄膜についての、曲線 R31 および R32 は固化直後の多結晶質シリコン薄膜についての、反射率角度分布を示す。

【0053】

図 1 に示す例においては、反射鏡 32 を通して光感知面に反射光 44 を受けるものとしたが、この例に代えて、レンズ光学系を通して光感知面に反射光 44 を

受けるようにしてもよい。レンズ光学系によって反射光 44 は平行光に調整されるので、反射光 44 がレンズ光学系に入射したときの角度分布が維持され、レンズ光学系を通った反射光 44 の光路上の進行方向の任意の位置に光感知面を配置することができる。

【0054】

図 1 に示す例においては、モニタ光 42 をその光軸が薄膜 16 に対して傾斜するように入射させている。この例に代えて、図 4 に示すように、モニタ光 42 をその光軸が薄膜 16 に垂直に入射するように集光レンズ 40 を配置し、ハーフミラーのような光学スプリッタ 64 をビームエクspander 38 と集光レンズ 40 との間に配置すれば、反射光 44 は、集光レンズ 40 および光学スプリッタ 64 を通って反射光測定器 28 の光感知面に入射する。

【0055】

図 1 に示す例においては、薄膜の特性の決定装置 10 を試料台 20 に関してアニール用のレーザ光源装置 14 と反対側に配置している。この例に代えて、薄膜の特性の決定装置 10 を試料台 20 に関して面対称にすなわち試料台 20 に関してアニール用のレーザ光源装置 14 と同じ側に配置してもよい。

【0056】

次に、図 1 を参照して、決定装置 10 を用いて行う薄膜の特性の決定方法について説明する。

【0057】

まず、薄膜 16 を有する基板 18 を試料台 20 の所定の位置に取り付け、試料台 20 を XY ステージ駆動機構で所定の位置に移動させる。

【0058】

次いで、XY ステージ駆動機構で試料台 20 を一方向に一定の速度で移動させながら、レーザ光源装置 14 より、1 パルス当たり約 $1 \text{ J} / \text{cm}^2$ のパワー密度に設定された KrF レーザ光を 1 秒間に 100 回の割合で約 25 ns のパルス幅で発生し、レーザ光を薄膜 16 の各箇所に 25 ns 間だけ照射する。

【0059】

アニール用レーザ光 22 の発生開始と同時に、モニタ光 42 の発生を開始させ

る信号が、前記時間調整装置からモニタ用光源装置 34 に送られ、モニタ用光源装置 34 は、前記パワー密度で約 532 nm の Nd:YAG レーザ光を発する。

【0060】

Nd:YAG レーザ光は、整形光学器 36、ビームエクスペンダー 38 および集光レンズ 40 を通り、基板 18 を経て薄膜 16 に集光される。

【0061】

薄膜 16 からの反射光 44 は、反射鏡 32 で反射され反射光測定器 28 に入射する。反射光測定器 28 によって反射光 44 の強度の角度分布の時間的な変化を測定し、この時間的な変化に基づいて算出装置 30 で薄膜 16 の屈折率および消衰係数の時間的な変化を算出し、これを算出装置 30 の表示部 62 に表示する。また、表示部 62 に反射率角度分布を表示する。

【0062】

反射光 44 の強度の角度分布の時間的な変化が減少し、反射光 44 の強度の角度分布が一定またはほぼ一定の値に収まったとき、薄膜 16 の固化は完了する。反射光測定器 28 は、反射光 44 の強度の角度分布の時間的な変化が予め決めた範囲内に減少したとき、前記時間調整装置に測定終了の信号を送る。時間調整装置はモニタ用光源装置 34 に停止信号を送り、これによって、モニタ用光源装置 34 はレーザ光の発生を停止する。この例に代えて、モニタ光 42 の発生開始から所定の時間例えば 100 ns 間の経過後、前記測定終了の信号が送られるようにしてもよい。

【0063】

このようにして、アニール処理時の薄膜の溶融から固化に至るまでの屈折率および消衰係数の時間的な変化がピコ秒の高い時間分解能で得られ、これに基づいて、薄膜の結晶化の進行の度合いあるいは結晶粒の成長変遷をピコ秒の時間毎に知ることができ、併せて、薄膜の溶融の進行の度合いや薄膜の温度の変遷を知ることができる。

【0064】

薄膜の屈折率および消衰係数の時間的な変化の算出を、溶融するシリコン膜の上下における層状に形成された評価対象である薄膜以外の薄膜や基板についての

屈折率および消衰係数を考慮して行えば、評価対象の薄膜の結晶化の進行の度合いあるいは結晶粒の成長変遷をさらに高い精度で知ることができる。

【0 0 6 5】

以上の説明においては、モニタ光 4 2 として、集光レンズ 4 0 により集光する光を用いた。この例に代えて、モニタ光 4 2 として、複数の異なる光源から発する光ビームを異なる角度で薄膜の 1 箇所集まる光を用いることによっても、同様の結果を得ることができる。

【0 0 6 6】

また、以上の説明においては、薄膜 1 6 へのモニタ光 4 2 の照射時間を、アニール用レーザ光 2 2 の照射開始から薄膜 1 6 の固化完了までとして説明したが、この例に代えて、アニール用レーザ光 2 2 の照射の間にモニタ光 4 2 の照射を行うようにしてもよい。または、アニール用レーザ光 2 2 の照射の直後すなわち薄膜 1 6 の固化完了前にモニタ光 4 2 の照射を開始して固化完了まで照射を行うようにしてもよい。あるいは、アニール用レーザ光 2 2 の照射終了と同時にモニタ光 4 2 の照射を開始して、薄膜 1 6 の固化完了まで、または、所定の時間例えば 1 0 0 n s 間照射を行うようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る薄膜の特性の決定装置の一実施例を示す概略図。

【図 2】

図 1 に示す薄膜の特性の決定装置に用いる反射光測定器の例を示す概略図。

【図 3】

本発明に係る薄膜の特性の決定方法の一実施例による結果のグラフを示す図。

【図 4】

本発明に係る薄膜の特性の決定装置の他の実施例を示す概略図。

【符号の説明】

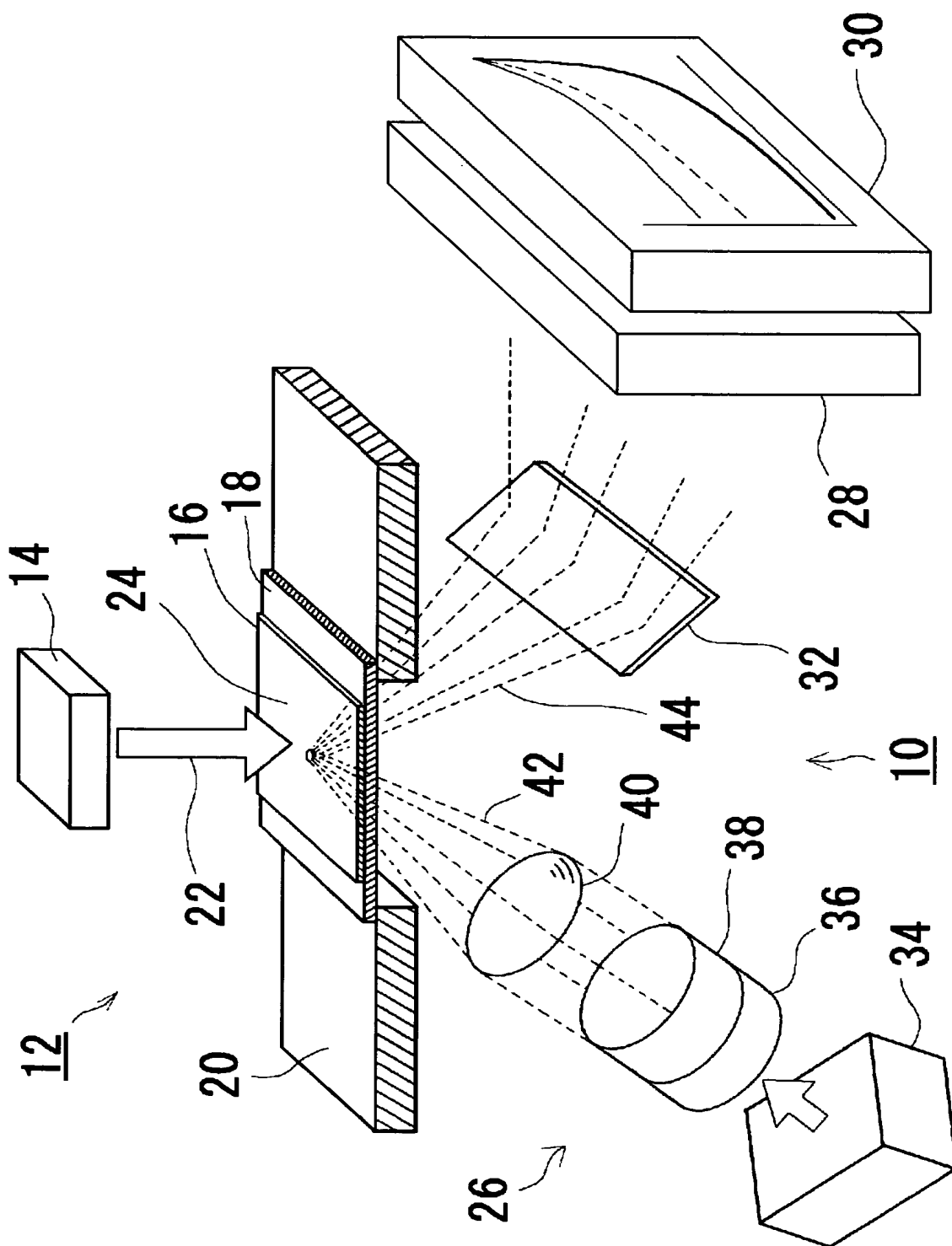
- 1 0 薄膜の特性の決定装置
- 1 2 レーザアニール装置
- 1 4 レーザ光源装置

1 6 薄膜
1 6 基板
2 0 試料台
2 2 レーザ光
2 4 照射箇所
2 6 モニタ光照射器
2 8 反射光測定器
3 0 算出装置
3 2 反射鏡
3 4 モニタ用光源装置
3 6 整形光学器
3 8 ビームエクスパンダー
4 0 集光レンズ
4 2 モニタ光
4 4 反射光
4 6 ストリークカメラ
4 8 光電変換器
5 0 電界発生器
5 2 蛍光板
5 4 掃引回路装置
5 6 掃引電極
5 8 加速電極
6 0 電子増倍器
6 2 表示部
6 4 光学スプリッタ

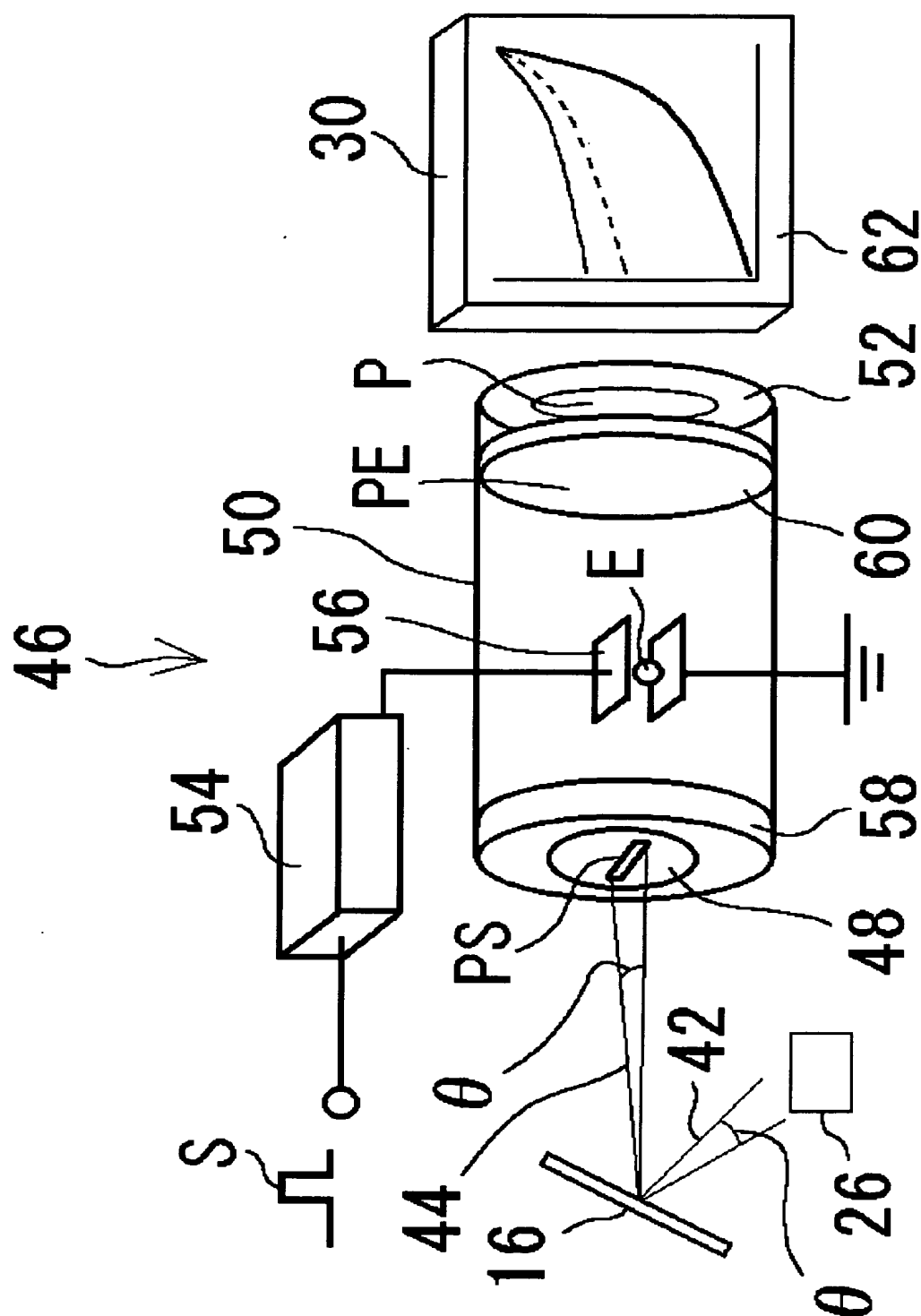
【書類名】

図面

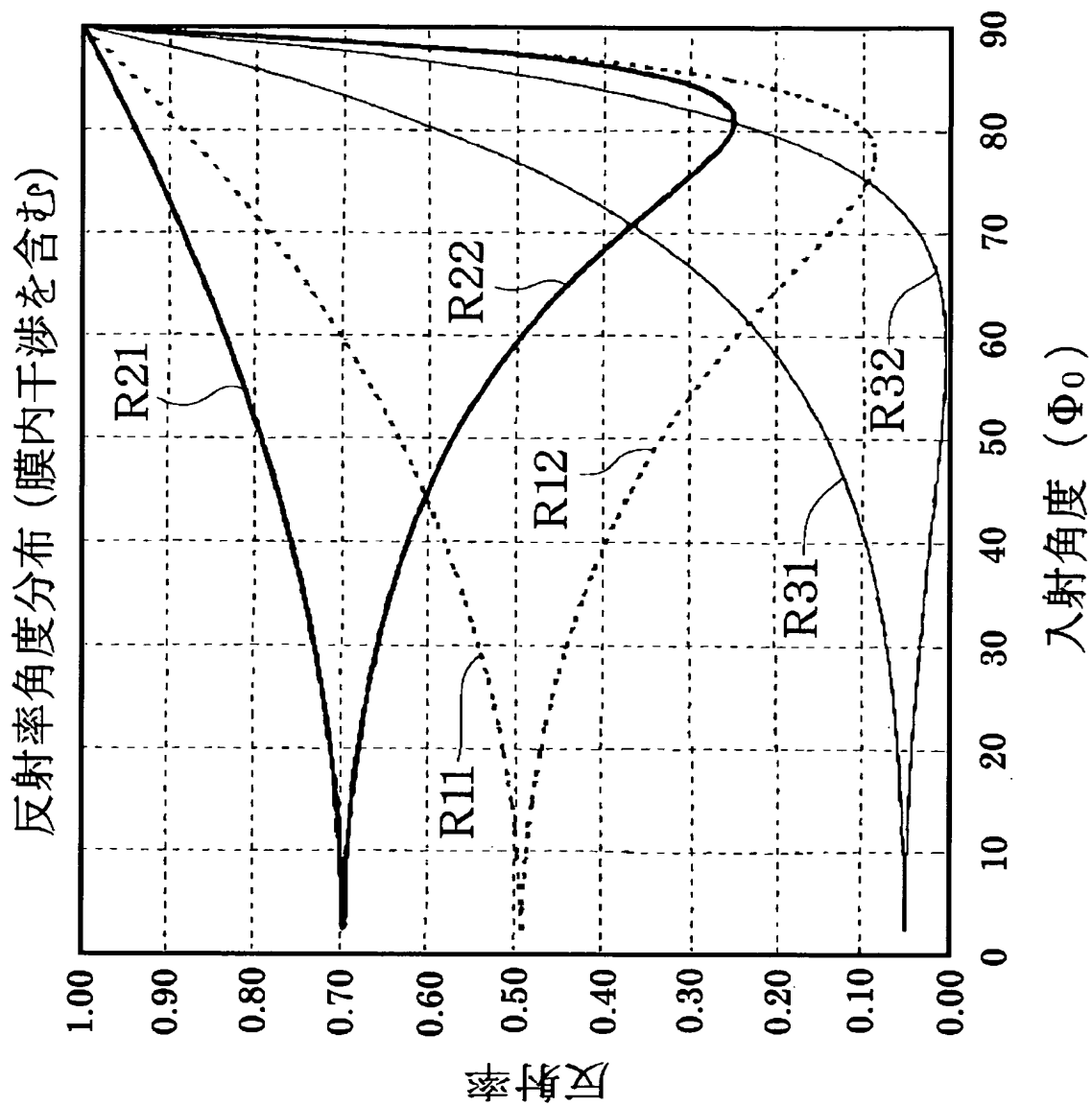
【図 1】



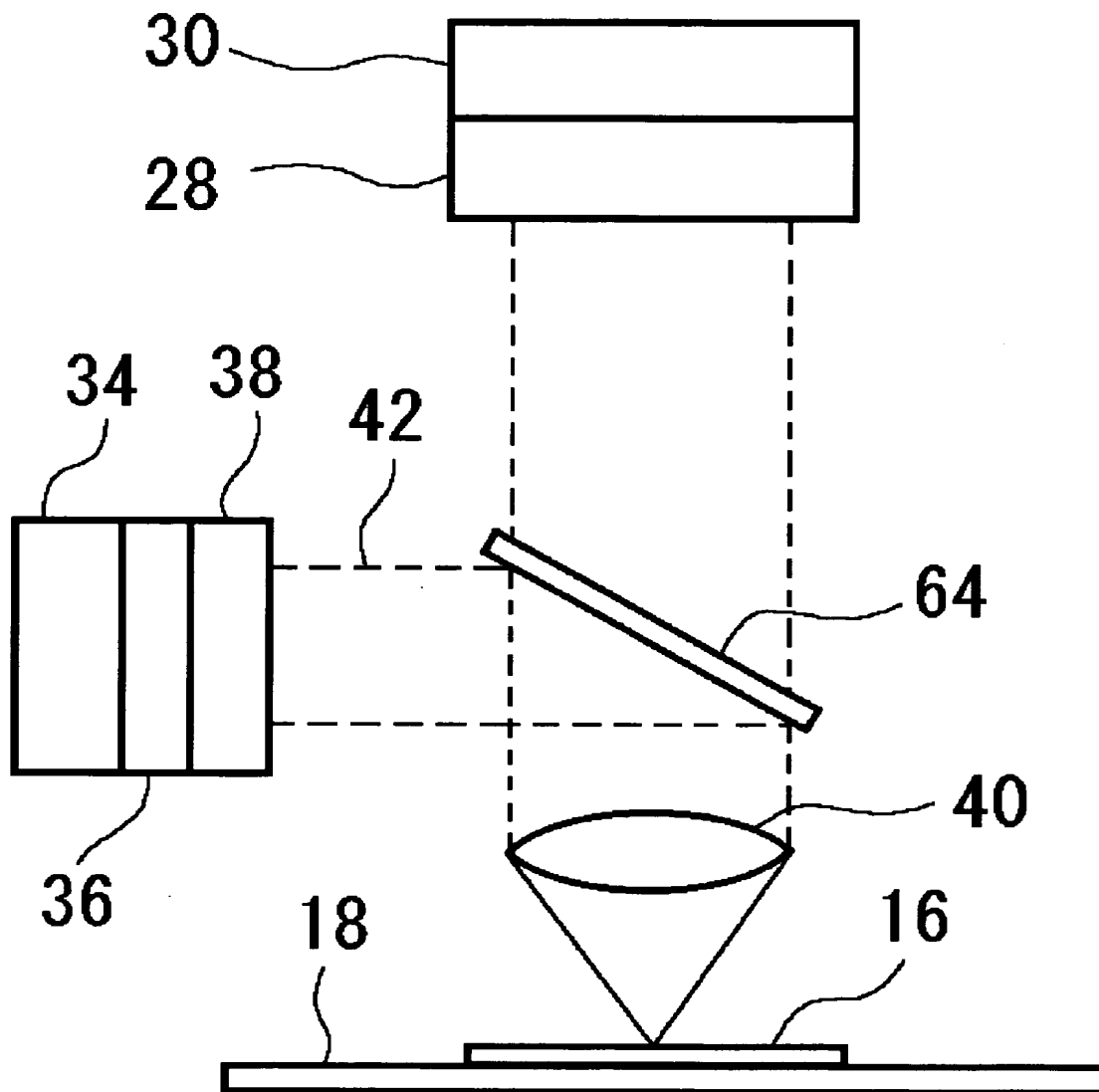
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体装置の電気的な特性を向上させる半導体装置の半製品ならびにその製造方法および製造装置を提供すること。

【解決手段】 半導体装置の半製品(10)は、基板(12)と、該基板上の少なくとも一部に直接または間接的に形成された半導体層(14)と、該半導体層上の一部に形成されたゲート絶縁層(16)と、前記ゲート絶縁層上に形成されたゲート電極層(18)とを含む半導体装置の半製品であって、前記半導体層は、前記ゲート電極層の下方に位置するチャネル領域(22)と、前記チャネル領域の側方に位置するソース領域(24)およびドレイン領域(26)とを有し、前記チャネル領域は、1以上の結晶粒を有し、また1cm³当たり1×10¹⁸個以下の酸素原子と、1cm³当たり1×10¹⁸個以下の炭素原子とを含む。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 4 1 3 3 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 1 2 8 6 6 5 7]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 1 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地

氏 名

株式会社 液晶先端技術開発センター